

Japan Patent Dept.

Publicized Report of Patent

Patent Number: No. H 6-265892

Date of disclosure: Sep. 22, 1994

Int. Cl.	Distinguishing No.	Adjustment No. in Office	F1
G 02 F 1/1335	530	7408-2K	
G 02 B 5/02	C	9224-2K	
6/00	331	6920-2K	

Request for examination: pending numbers of claims: 5 FD

Application No.: No. H 5-76217

Application date: March 10, 1993

Applicant: Asahi Glass Co. Ltd.

1-2, 2-chome, Marunouchi, Chiyoda-ku, Tokyo, Japan

Inventor: Tomonori Gunshima

Asahi Glass Co. Ltd., Chuo Research Center, 1150, Hanesawacho, Kanagawa-ku, Yokohama-shi, Kanagawa, Japan

Inventor: Yoshiharu Oi

A.G.Technology Co. Ltd., 1160, Matsuara, Hanesawacho, Kanagawa-ku, Yokohama-shi, Kanagawa, Japan

Inventor: Masao Ozeki

A.G.Technology Co. Ltd., 1160, Matsuara, Hanesawacho, Kanagawa-ku, Yokohama-shi, Kanagawa, Japan

Assigned representative: Kenji Senna, patent attorney

Detailed report

(Name of invention)

illuminating equipment and liquid crystal equipment

Abstract

(Object)

This invention is a liquid crystal display with high efficiency and an illuminating device which is suitable for the same.

(Constitution)

A polarizer 7t is arranged on the output side of a flat transparent body 3 which has an edge light so that light is output almost at a right angle to the surface of the flat transparent body. On top of that, there is a polarizing separator 6 where the polarizing separation layers are laminated in the grooves of column shaped prisms with triangular section.

Sphere of patent request

(claim 1)

In the field of illuminating equipment which consists of a light source and flat transparent body placed close to the light source, claim 1 is concerning an illuminating device which has the following characteristics. The light source is placed at the side of the flat transparent body. A polarizer is arranged on the output side of the flat transparent body so the output is almost at right angles to the surface of the flat transparent body. A polarizing separator where polarizing separation layers are laminated on the grooves of column shaped prisms with triangular section is placed on top of that.

(Claim 2)

In the illuminating equipment in claim 1, claim 2 is concerning illuminating equipment where the polarizer is column shaped prisms with triangular section.

(Claim 3)

In the illuminating device stated in claim 1 or 2, claim 3 is concerning illuminating equipment where the polarizing separation layer is made by laminating a transparent medium with relatively high refractive index and a transparent medium with relatively small refractive index alternately.

(Claim 4)

In the illuminating device stated in claim 1 or 2, claim 4 is concerning illuminating equipment where the polarizing separation layer consists of a dielectric thin film which has at least one or more layers with 1000 nm or less thickness.

(Claim 5)

Claim 5 is concerning liquid crystal display equipment where the illuminating equipment in any of claims 1 to 4 is placed on the back side of a liquid crystal display element so that the average polarizing axis of light output from the illuminating equipment and the polarizing axis of the polarizing plate at the light source almost match.

Detailed explanation of invention

[0001]

(Field of industrial use)

This invention is concerning a flat illuminating device which is arranged on the back of a liquid crystal display element that changes the polarization of straight polarized input light, and a straight-view type liquid crystal display element which uses the same. This invention can be used for liquid crystal TVs or liquid crystal displays for computer.

[0002]

(Prior art)

Recent advancements in liquid crystal display technology, especially color elements, are huge. A display equal in quality to a CRT is not uncommon.

[0003] Until recently, black and white displays used a reflection type liquid crystal display element without a back light - that is, a flat illuminating device. However, currently, even black and white displays have been replaced by transmission type liquid crystal display elements which use a back light. In addition, notebook computers are common, and models with a back light are main stream in the market. Color liquid crystal displays require a back light. A back light has also been necessary for straight view type liquid crystal display equipment.

[0004] Color liquid crystal display equipment can be roughly divided into two types - TN liquid crystal display equipment driven by an active matrix which use TFT and STN liquid crystal display equipment which use a multiplex drive. Both have a polarizing plate at the light source and on the output side of the element where a liquid crystal layer is retained by a glass substrate. It changes the polarization of direct polarized incident light for the liquid crystal display.

[0005] The luminosity level required of the back light depends on each application. However, color notebook computers demand not only luminosity, but also thin, light weight, power saving models.

[0006]

(Problem that this invention tries to solve)

However, since the light source of the liquid crystal display element is non-uniform with random polarization, in both the TN type and STN type liquid crystal elements more than half of the incident light is absorbed by the polarizing plate on the input side of the display element, and light usage efficiency is low. As a result, the display is dark. Or, if the brightness is turned up, power consumption increases.

[0007] In order to solve these problems, especially when the liquid crystal display equipment uses a transmission type projector as its light modifying device, if permission degree per depth of the device is high, for instance as in Japan patent No. H 4-184429, there is the following suggestion. That is, a polarizing separator which separates non-polarized light into perpendicularly polarized light is put between the light source and liquid crystal display equipment. One polarization is directly output from the polarizing separator, and the other polarization is collected at the light source lamp and is used again.

[0008] There are various methods for making a flat illuminating device, but they are roughly divided into two kinds. The most common method is called the internal illuminating method or straight down method where the light source is inside the illuminating surface. In the edge light model, the light source is placed outside of the illuminating surface. A linear source like a fluorescent lamp (most are cool cathode electric discharge tubes) is tightly bonded to one or both sides of a transparent acryl resin illuminating surface. The lamp cover has a reflector which directs rays into the transparent body. For color notebook computers, since they must be light weight and thin, the edge light type back light is effective.

[0009] It is possible in principle to apply the technology in Japan patent No. H 4-184429 to make a flat internal light source. However, no effective methods have been suggested for the edge light type back light.

[0010] The object of this invention is to solve the problems with the prior art as stated above.

[0011]

(Steps for solution)

This invention has been made in order to solve the above problems with the prior art. In the field of illuminating equipment which consists of a light source and a flat transparent body placed close to the light source, this invention offers an illuminating device which has the following characteristic. The light source is placed at the side of the flat transparent body. A polarizer is arranged on the output side of the flat transparent body 3 so the output is almost at right angles to the surface of the flat transparent body. A polarizing separator where polarizing separation layers are laminated on the grooves of column shaped prisms with triangular section is placed on top of that. This invention also includes liquid crystal display equipment which uses the same.

[0012] The polarizing separator used in the illuminating device of this invention has the following structure. As indicated in SID 92 Digest p.427 for example, a polarizing separation layer made by laminating a transparent medium with relatively high refractive index and a transparent medium with relatively small refractive index alternately is laminated into ally-like column-shaped triangular prisms on the surface containing the average output axis.

[0013] The polarizing separation layer may consist of a dielectric thin film that has at least one layer with thickness less than 1000 nm. Following is an explanation of a product which uses a multi layer structure as the polarizing separation layer.

[0014] Figure 2 shows such a polarizing separator. As shown in figure 2, 11, 13 are triangular column-like prism shaped structures which consist of a transparent material such as polycarbonate. The angle of the triangle that faces the flat transparent body is from 85° to 95°, preferably approximately 90°. 12 is a multi layer structure made by laminating a transparent medium with relatively high refractive index and transparent medium with relatively small refractive index alternately to use the interference effect. The multi layer structure 12 separates the polarized rays incident in an oblique direction to the surface. In this invention, especially, the multi layer structure is designed to separate polarized light incident at 45°.

[0015] Non-polarized light 14 is changed to p polarized light 16 and s polarized light 15 by the multi layer structure. P polarized light 16 is transmitted through the multi layer structure 12, and s polarized light 15 is reflected twice and returns. This prevents absorption in the polarizing element.

[0016] The shape of the surface of the transparent edge lighted back light is selected to avoiding complete reflection. One way to shape the surface of the transparent body to avoids total reflection is to form a diffuse white material on the surface of the transparent body and to form lenticular or Fresnel prisms.

[0017] However, in general, it is hard to output light at right angles to the surface of the transparent body. Even with the above methods, it is normally output at 20° to 35°. Therefore, a polarizing step is arranged at the output side of the flat transparent body.

[0018] The polarizer has columns of triangular prisms containing the mean optical axis of output light. The angle of the triangle facing the flat transparent body should be from 50° to 75°.

[0019] With this construction, the p polarized light component is transmitted through the multi layer structure and is incident on the liquid crystal display element after passing through the polarizing plate, and the s polarized component s is reflected inside the flat transparent body. This reflected s polarized component changes phase when it is reflected repeatedly by the surface of the flat transparent body, and p polarized light is generated. This p polarized light is transmitted by the above multi layer structure. Accordingly, repeated reflection of the s polarized component by the multi layer structure transforms it to p polarized light which will be transmitted to the liquid crystal display element. As a result, losses are small, and flat illumination equipment which uses a straight polarized light source with high efficiency can be acquired.

[0020] When the liquid crystal display element of this invention is used in flat, edge lighted illuminating equipment, its constitution is as shown in figure 1.

[0021] One side of a transparent acryl resin plate 3 forms the illuminating surface. A fluorescent lamp 1 (cool cathode electric discharge tube) which matches the length of the side of the transparent body is tightly bonded to this plate 3. A lamp cover 2 which consists of a reflector is arranged, and light is introduced into the transparent body. At this point, the direction of incident light (angular distribution) transmitted by the transparent body depends on the features of the fluorescent lamp, features of the reflector, and transmission of the transparent plate. Especially, the transparent body has to transmit light incident from the edge forward output the light in a predetermined direction.

[0022] The former function is determined by the material used and reflection at the interface. On the liquid crystal display element 10 side of the transparent body 3, light incident at angles higher than the critical angle θ_c determined by the reflective index of the transparent body 3 is entirely reflected and transmitted back into the transparent body 3. Light incident at angles less than the critical angle θ_c is refracted by the surface of the transparent body 3, and it is output to the liquid crystal display element 10. For instance, the critical angle θ_c at the interface between gas ($n = 1.0$) and a transparent resin, for example, a plastic such as acryl, polycarbonate, polyurethane, polystyrene (n is approximately 1.5) will be approximately.

[0023]

number 1: $\theta_c = \sin^{-1} (1/n) = 41.8^\circ$

[0024] That is, light incident at angles less than 41.8° can be output from the light illuminating surface of the transparent body 3.

[0025] Meanwhile, if a reflective surface 5 such as aluminum is formed opposite from the liquid crystal display element, reflected light is introduced inside the transparent body as proper reflected light. In addition, the reflective surface 5 can be a diffuse reflector in order to increase output of the liquid crystal display element 9 of the transparent body 3.

[0026] Furthermore, if most of the light is incident on the transparent body 3 at angles higher than the critical angle θ_c , since light output from the transparent body is small, it is necessary to avoid the total reflection condition to allow light to be output to the liquid crystal display element 9 side of the transparent plate 3. To achieve this, there are methods which form diffuse white material on the surface of the transparent body 3, and methods which form lenticular or Fresnel prisms 10 (micro lens, prism, etc.). However, using only these methods, straight polarized light cannot be output.

[0027] With the edge lighted back light, as stated above, the direction of light transmitted through the transparent body and output is not perpendicular to the liquid crystal display element. It is output between $+20^\circ$ and -20° to the multi layer film structure of the polarizing separator. Accordingly, to transform the flat illuminating device which has a biased light distribution is transformed to the perpendicular direction, it is effective to form lenticular or Fresnel prisms (rows of micro lenses or prisms, etc.).

[0028] In figure 1, the rows of prisms 7 are parallel to the optical axis of light transmitted through the transparent body 3 between the polarizing separator and transparent body. That is, in this case, columns of triangular prisms containing the mean optical axis of the output light are formed. Depending on the shape and placement of the prisms (whether the top angle is on the incident side or output side), there are cases where refraction is produced on only at the incident surface and output surface of the prism, but total reflection may also occur at other surfaces. The best shape is determined from the final distribution of directions needed and the distribution of light output from the multi layer structure.

[0029] Figure 1 shows rows of isosceles prisms with a 58° top angle placed so that the top angle faces the multi layer structure. By using rows of these prisms, it is possible to transform light output near 56° from the multi layer structure to a direction almost perpendicular to the surface of the liquid crystal display element.

[0030] Accordingly, a straight polarized flat illuminating device can be used for a liquid crystal display element which outputs light perpendicular to its surface. There are cases where the directional feature of the transparent body is strong - as a result, light output from the flat illuminating equipment is concentrated in the perpendicular direction and the viewing angle corresponding to a bright display becomes narrow. In this case, it is possible use an optical element such as a diffuser 8 between the liquid crystal display element and the prisms to reduce the directional feature, etc.

[0031] Also, in order to reduce the directional feature of light transmitted inside the transparent body, a diffuse reflector 5 can be used opposite from the liquid crystal display element. In addition, it is possible to make the multi layer structure itself with a fine textured structure to generate diffraction at the interface as well.

[0032] In this invention, in order to acquire straight polarized light effectively from a flat illuminating device, it is important to re-use the s polarized component reflected by the multi layer structure by transforming it effectively to p polarized light during transportation in the transparent body. There are various methods to transform this s polarized light to p polarized light. In the following, representative examples are going to be explained.

[0033] In general, when straight polarized light is incident at an oblique angle on a metal surface, the reflected straight polarized light becomes oval polarized light in accordance with the optical properties of the metal (refractive index n , absorbing coefficient k). That is, even if s polarized light is incident, p polarized light is generated in the reflected component. Accordingly, in this invention, when the reflector 5 opposite from the liquid crystal display element 9 of the transparent body 3 is a metal such as aluminum, every time light is reflected by this surface, a portion of the polarized light is transformed to p polarized light.

[0034] As an additional method, a phase difference plate which consists of a transparent polymer is known to rotate the polarizing axis. By placing a phase difference plate 4

with the appropriate film thickness between the reflective surfaces 5 of the transparent body 3, s polarized light reflected by the polarizing separator becomes oval polarized light, and a part of it can be transformed to p polarized light. Figure 1 shows an example which uses a $\frac{1}{4}$ phase difference plate 4 bonded to the reflective surface 5 on the transparent body 3.

[0035] In addition, although the above example uses acryl resin for the transparent body, it can be polycarbonate, polyurethane, polystyrene, silicon, etc.

[0036]

(Example of practice)

Referring to figure 1, one example of practice of this invention is going to be explained. A fluorescent lamp 1 (cool cathode electric discharge tube) was tightly bonded to one side of a transparent acryl resin plate 3 which is the illuminating surface. A lamp cover 2 which consists of a reflector was set up, and light was introduced into the transparent body. An edge type back light was combined with a multi-layer polarizing separator 6.

[0037] A 10W, thin cool cathode electric discharge tube 1 the same length as the side (152 mm) of a 10 inch liquid crystal display surface was used. The lamp cover 2 was either a cylindrical or oval mirror which wrapped around the cool cathode electric discharge tube. The transparent body 3 was made of an acryl resin (n is almost 1.5) plate which was 150 mm x 220 mm x 5 mm.

[0038] A phase difference plate 4 was placed on the side of the transparent body 3 opposite the fluorescent lamp. On top of that, a metal film reflector was formed. Rows of prisms 8 consisting of isosceles triangles with a 58° top angle were placed with the top angle facing the transparent plate 3. The thickness of the prism plate was 2 mm, and the row pitch was approximately 1 mm. On top of that, a polarizing separator 6 was used. Furthermore, a diffusing plate 8 was used on the output side of the polarizing separator 6 to increase the viewing angle.

[0039] The liquid crystal display element 9 was an RGB color TFT driven TN liquid crystal display cell with pixels corresponding to VGA.

[0040] The polarizing axis of light from the polarizing separator 6 and the polarizing axis of the incident side polarizing plate of the liquid crystal display element 9 were roughly matched.

[0041] The output side polarizing plate of the liquid crystal display element 9 had a photo absorption type organic polarizing plate. The direction of the polarizing axis is selected depending on the display mode (normally white, normally black). In this example of practice, it was adopted as a normal display. The polarizing axis of the polarizing plate on the output side was rotated 90° to the polarizing axis of the polarizing plate on the incident side. The light source was a 10W fluorescent lamp.

[0042] As an example of comparison, a phase difference plate 4 and polarizing separator 6 were not used. As a result, the example of practice was 1.5 times brighter than the example of comparison.

[0043]

(Effects of this invention)

According to this invention, liquid crystal display equipment with high efficiency and illuminating equipment suitable for that can be acquired.

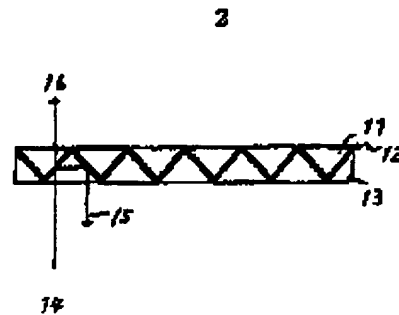
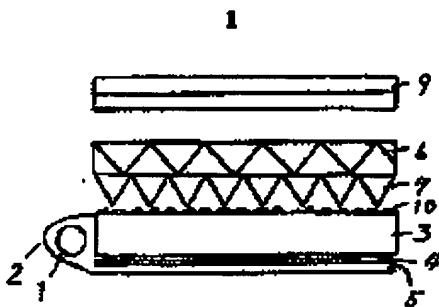
(Simple explanation of figures)

Figure 1: section of one example of practice of this invention

Figure 2: section of the polarizing separator of this invention

(Explanation of symbols)

- 1: fluorescent lamp
- 2: lamp cover
- 3: transparent body
- 4: phase difference plate
- 5: reflective surface
- 6: polarizing separator
- 7: prisms
- 8: diffusion plate
- 9: liquid crystal display element



(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-265892

(43)公開日 平成6年(1994)9月22日

(51)Int.Cl. ³	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/1335	5 3 0	7408-2K		
G 0 2 B 5/02	C	9224-2K		
6/00	3 3 1	6920-2K		

審査請求 未請求 請求項の数5 F D (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平5-76217

(22)出願日 平成5年(1993)3月10日

(71)出願人 000000044

旭硝子株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目1番2号

(72)発明者 郡島 友紀

神奈川県横浜市神奈川区羽沢町1150番地

旭硝子株式会社中央研究所内

(72)発明者 大井 好晴

神奈川県横浜市神奈川区羽沢町松原1160番

地 エイ・ジー・テクノロジー株式会社内

(72)発明者 尾関 正雄

神奈川県横浜市神奈川区羽沢町松原1160番

地 エイ・ジー・テクノロジー株式会社内

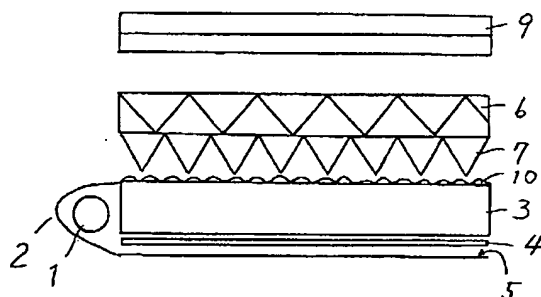
(74)代理人 弁理士 泉名 謙治

(54)【発明の名称】 照明装置および液晶表示装置

(57)【要約】

【目的】光の利用効率の高い液晶表示装置と、それに適した照明装置を得る。

【構成】エッジライト型照明装置において、面状導光体3の光出射面側に、出射する光が面状導光体表面に対してほぼ直角になるような光偏向手段7を設け、さらにその上に、断面が三角形の柱状プリズムアレイのアレイ状部分に偏光分離層を積層した偏光分離器6を配置した。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】光源と光源に近接配置された面状導光体とからなる照明装置において、光源は面状導光体の側部から光が入射されるように配置されているとともに、面状導光体の光出射面側に、出射する光が面状導光体表面に対してほぼ直角になるような光偏向手段を設け、さらにその上に、断面が三角形の柱状プリズムアレイのアレイ状部分に偏光分離層を積層した偏光分離器を配置したことを特徴とする照明装置。

【請求項 2】請求項 1 記載の照明装置において、光偏向手段は、断面が三角形の柱状プリズムアレイであることを特徴とする照明装置。

【請求項 3】請求項 1 または請求項 2 記載の照明装置において、偏光分離層が相対的に屈折率の大きな透光性媒質と相対的に屈折率の小さな透光性媒質とを交互に積層してなる多層構造体からなることを特徴とする照明装置。

【請求項 4】請求項 1 または請求項 2 記載の照明装置において、偏光分離層が少なくとも一層以上の 1000 nm 以下の厚みを有する誘電体薄膜からなることを特徴とする照明装置。

【請求項 5】照明装置を出射した光線の平均的な偏光軸方向と液晶表示素子における光入射側の偏光板の偏光軸方向とが略一致するようにして、請求項 1～4 いずれか一項記載の照明装置を液晶表示素子の背面に配置したことを特徴とする液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、液晶テレビ、コンピュータ用液晶ディスプレイ等に用いられる、直線偏光入射光の偏光状態を変調する液晶表示方式を用いた液晶表示素子の背後に設ける平面状照明装置、およびそれを用いた直視型液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、液晶表示素子、特にカラー表示素子を用いた液晶表示装置の技術進歩は目ざましく、CRT に劣らぬ表示品位のディスプレイが数多く見られるようになった。

【0003】白黒表示においては、数年前まで平面照明装置であるバックライトを用いない反射型液晶表示素子が主流であったが、現在は白黒表示においてもほとんどバックライトを用いる透過型液晶表示素子に置き換わっている。また、ノートパソコンが普及段階に入り、バックライト搭載型が市場を席巻するに至った。カラー表示液晶ディスプレイでは、バックライトなしではディスプレイとしての態をなさず、バックライトは直視型液晶表示装置における必須デバイスとなっている。

【0004】カラー液晶表示装置は、大別して TFT を用いたアクティブマトリクス駆動による TN 液晶表示装置とマルチプレックス駆動の STN 液晶表示装置との 2

方式があり、いずれも液晶層をガラス基板で保持した素子の光入射側および光出射側に偏光板が装着された構成となっていて、直線偏光入射光の偏光状態を変調して液晶表示方式を行うものである。

【0005】バックライトに要求される輝度レベルはその用途によって様々であるが、特にカラーノートパソコンでは要求輝度だけでなく薄型化・軽量化・省電力化（バッテリー駆動が前提）は至上命題である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、液晶表示素子入射光の偏光方向は不揃いでランダム偏光であるため、TN 型および STN 型いずれの液晶素子の場合も表示素子の入射側に装着された偏光板により入射光のうち半分以上が吸収されてしまい光利用効率が低く、結果的に暗い表示画面となってしまった。あるいは、明るくするためには電力消費量が増加してしまうといった問題があった。

【0007】これら問題を解決するため、特に、透過型プロジェクターに液晶表示装置をその光変調器として使う場合のように、装置の奥行きに対して許容度が大きいときには、例えば特開平 4-184429 号のように、光源ランプと液晶表示装置と間に無偏光光をお互いに直交する偏光光に分離する偏光分離器を介在させ、一方の光は偏光分離器を直接出射させ、他方の光は光源ランプに集束させて再び光源光として、使用することが、提案されている。

【0008】ところで、平面照明装置を作るには種々の方式があるが、大別して 2 種に分類される。一般的に最も多い方式は内部照光方式あるいは直下型といわれる方式で、光源が照光面の内側にある方式である。一方、エッジライト型は光源が照光面の外に配置され、照光面である透明なアクリル樹脂板などからなる導光体の一辺もしくは二辺に蛍光ランプ（多くは冷陰極放電管）等の例えば略線状発光体を密着させ、反射体からなるランプカバーを設けて導光体内に光を導入する方式である。カラーノートパソコンでは特に薄型化・軽量化が要求されるため、エッジライト型バックライトが有効である。

【0009】内部照光方式の平面照明装置に対しては、さきに述べた特開平 4-184429 号の技術を応用することが原理的には可能と考えられるが、エッジライト型バックライトに対しては、有効な方法は提案されていなかった。

【0010】本発明は、従来技術の前述の欠点の解決を目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は、前述の課題を解決すべくなされたものであり、光源と光源に近接配置された面状導光体とからなる照明装置において、光源は面状導光体の側部から光が入射されるように配置されているとともに、面状導光体の光出射面側に、出射する光

が面状導光体表面に対してほぼ直角になるような光偏向手段を設け、さらにその上に、断面が三角形の柱状プリズムアレイのアレイ状部分に偏光分離層を積層した偏光分離器を配置したことを特徴とする照明装置、および、これを用いた液晶表示装置を提供するものである。

【0012】本発明の照明装置に用いる偏光分離器は、例えば、SID 92 Digest p. 427 に示されているように、偏光分離器が光の干渉効果を利用した相対的に屈折率の大きな透光性媒質と相対的に屈折率の小さな透光性媒質とを交互に積層してなる多層構造体からなる偏光分離層を、出射する光線の平均的光軸を含む面での断面が三角形の柱状プリズムの面をアレイ状構造物に積層した構造を有する。

【0013】また、偏光分離層として、少なくとも一層以上の1000nm以下の厚みを有する誘電体薄膜からなるものを用いてもよい。以下は、偏光分離層として多層構造体を用いたものを例にとり説明する。

【0014】図2はこのような偏光分離器を示したものである。図2に示すように、11、13はポリカーボネートのような透明材料からなる三角形の柱状プリズムのアレイ状構造物である。三角形の柱状プリズムの面状導光体に面する三角形の一角は85°から95°であり、さらに好ましくはほぼ90°である。12は、光の干渉効果を利用した相対的に屈折率の大きな透光性媒質と相対的に屈折率の小さな透光性媒質とを交互に積層してなる多層構造体である。多層構造体12はその面に対して、斜めから入射する光に対して偏光を分離機能を有する。本発明においては、特に、45°の方向から入射する光に対して偏光分離機能を発現するように、多層構造体は設計して使用される。

【0015】14の非偏光光は多層構造体によって、16のp偏光光と15のs偏光光に分離され、p偏光光16は多層構造体12を透過し、s偏光光15は2度反射して戻る。これにより、非光吸収型の偏光素子として用いることができる。

【0016】エッジライト型バックライトの導光体からは全反射条件を回避するように導光体表面の形状を選択する。この全反射条件を回避する導光体表面の形状に関して、導光体表面に白色の拡散材を形成する方法と導光体表面にレンチキュラーあるいはプリズムのフレネル形状を形成する方法が知られている。

【0017】しかし、一般に、導光体からはその面に直角に光を取り出すことは困難であり、上記のような工夫をしても通常20°から35°にしかとりだせない。そこで、面状導光体の光出射面側に、出射する光が面状導光体に対してほぼ直角になるような光偏向手段を設ける。

【0018】光偏向手段は、面状導光体内を出射する光線の平均的光軸を含む面での断面が三角形の柱状プリズムをアレイ状に配置した構造のものである。光偏向手

段の三角形の柱状プリズムの面状導光体に面する三角形の一角が50°から75°とされることが好ましい。

【0019】このような構成により、多層構造体を透過したp偏光成分は偏光板を透過した後液晶表示素子へ入射し、s偏光成分は面状導光体内へと反射される。この引き戻されたs偏光成分は面状導光体の表面で反射を繰り返して導光される際、位相変化が生じ、p偏光成分が生成され、前記多層構造体を透過しうようになる。したがって、多層構造体で反射されたs偏光成分も面状導光体表面で反射を繰り返すにことによってp偏光成分に変換される成分が生じ、液晶表示素子へと透過する成分に寄与する。その結果、多層構造体を用い直線偏光光を取り出すことによる光量ロスはずかたで、液晶表示素子への光利用効率の高い直線偏光平面光源として機能する平面状の照明装置が得られる。

【0020】本発明の液晶表示装置において、エッジライト型平面照明装置に適用した場合について、その構成図である図1を用いて以下に詳述する。

【0021】照光面である透明なアクリル樹脂板導光体3の一辺に導光体側面の長さに対応した発光長を有する蛍光ランプ1（冷陰極放電管）を密着させ、反射体からなるランプカバー2を設けてランプ出射光を導光体内に導入する。このとき、導光体中を伝搬する光の指向性（角度分布）は、蛍光ランプの配光特性・反射体の集光特性・導光板の伝搬特性等によって決まる。特に、導光体の伝搬特性は、導光体端部より入射した光を前方に送る機能と、送られた光を所定方向に出射する機能を兼ね備えたものでなければならない。

【0022】前者の機能は使用する材料および界面反射特性に応じて決まり、導光体3の液晶表示素子10側においては導光体3の屈折率によって定まる全反射角 θ_c 。以上の入射角の光が全反射されて導光体3内を伝搬し、全反射角 θ_c 以下の入射角の光が導光体3の表面で屈折し液晶表示素子10側に出射される。例えば、空気（ $n=1.0$ ）と透明樹脂、例えばアクリル、ポリカーボネート、ポリウレタン、ポリスチレン等のようなプラスチック（ n は1.5程度）の界面における全反射角 θ_c は、以下の数1の程度になる。

【0023】

$$\text{【数1】 } \theta_c = \sin^{-1}(1/n) = 41.8^\circ$$

【0024】つまり、入射角が41.8°以下の入射光が導光体3の照光面より出射することができる。

【0025】一方、導光体の液晶表示素子と反対の面においては、アルミニウム反射面等の反射面5を形成しておけば反射光は正規反射光として導光体内を導光される。なお、反射面5は導光体3の液晶表示素子9側面での出射光を増大させるために拡散反射面としてもよい。

【0026】一方、導光体3への光の入射角が全反射角 θ_c 。以上の場合が大半であると導光体から出射される光がわずかとなってしまいうため、全反射条件を回避し導光

板3の液晶表示素子9側に出射させる機能が必要となる。その手段として、導光体3の表面に白色の光拡散材を形成する方法と導光体表面にレンチキュラーあるいはプリズムのフレネル形状（マイクロレンズアレイ、プリズムアレイ等）10を形成する方法が知られているが、このような方法だけでは出射光として直線偏光光は得られない。

【0027】エッジライト型バックライトにおいて、上述のように導光体を伝搬し出射した光の指向性は、液晶表示素子の観測者の視野角すなわち液晶表示素子面の垂直方向にはない。偏光分離器の多層膜構造体に対して、20から40°の角度で入射する。このように、片寄った配光分布を有する平面照明装置の配光分布を照光面の垂直方向に変換する場合、レンチキュラーあるいはプリズムのフレネル形状（マイクロレンズアレイ、プリズムアレイ等）を形成することが有効である。

【0028】図1には偏光分離器と導光体の間にプリズムアレイ7を導光体3中を伝搬する光の光軸方向に並列に配置した場合が示されている。すなわち、この場合、面状導光体内を出射する光線の平均的光軸を含む面での断面が三角形状の柱状プリズムをアレイ状に配置している。プリズムアレイの作用はその形状および配置（プリズム頂角を光入射側にするか光出射側にするか）に応じて、プリズムの入射面と出射面で屈折が生じるのみの場合と他の面で全反射が起こる場合とがあり、最終的に必要とする配光分布方位と多層構造体出射光の配光分布方位とから最適な形状が決定される。

【0029】図1では、断面形状が頂角58°の2等辺三角形のプリズムアレイを用い、頂角が多層構造体面に面するように配置している。このようなプリズムアレイを用いることにより、面状導光体から56°近傍の出射角で透過してきた光はプリズム側面から入射し他の側面で全反射した後プリズム底面から液晶表示素子側に垂直入射方向に対応して出射される。したがって、このようなプリズムアレイを用いることにより、多層構造体から56°近傍の出射角で放出される光の配光方位を液晶表示素子面に垂直方向のほぼ配光方位に変換することができる。

【0030】このようにして、液晶表示素子を垂直配光方位で照光する直線偏光平面照明装置が得られる。導光体中を伝搬する光の指向性が高く、結果的に平面照明装置から出射される光の配光方位分布が垂直方向に集中し、明るい表示に対応した視野角の範囲が狭くなる場合がある。このようなときには、液晶表示素子と上述のプリズムアレイ等の偏向手段との間に、指向性を劣化させる拡散板8等の光学素子を配置することができる。

【0031】また、導光体内を伝搬する光の指向性を劣化させるために、導光体の液晶表示素子と反対側面に形成された反射面5を拡散面としてもよい。また、多層構造体自体をその構造体界面で光散乱も生じるように微細

な凹凸構造を有するものとしてもよい。

【0032】本発明において直線偏光光を効率良く平面平面照明装置から得るためには、多層構造体において反射され導光体内に引き戻されたs偏光成分を、導光体内を伝搬中に効率良くp偏光光に変換し再利用することが重要である。このs偏光光をp偏光光に変換する方法は種々存在するが、以下に代表例を記す。

【0033】一般に、金属面に直線偏光光が斜入射し反射された場合、直線偏光光は金属の光学物性定数（屈折率n、吸収係数k）に応じて楕円偏光光となることが知られている。すなわち、s偏光光が入射しても反射光にはp偏光成分が生成される。したがって、本発明において導光体3の液晶表示素子9と反対側の面に形成された反射面5がアルミニウム等の金属である場合、この反射面で反射されるたびにs偏光光の一部がp偏光光に変換される。

【0034】別な方法として、偏光軸方向を回転させる素子として透光性高分子材料からなる位相差板が知られている。適当な膜厚を有するこの位相差板4を導光体3の反射面5との間に配置することにより、偏光分離器により反射されたs偏光光は楕円偏光になりその一部をp偏光光に変換することができる。図1は、この1/4位相差板4を導光体3に設けた反射面5上に密着させて効率よく偏光変換を行う構成例を示す。

【0035】また、以上の説明では導光体に使用する透明樹脂としてアクリルを用いた場合を記したが、ポリカーボネート、ポリウレタン、ポリスチレン、シリコン等でもよい。

【0036】

【実施例】図1を参照しながら、本発明の実施例について説明する。照光面である透明なアクリル樹脂板導光体3の一辺に蛍光灯1（冷陰極放電管）を密着させ、反射体からなるランプカバー2を設けて導光体内に光を導入しエッジライト型バックライトにおいて多層構造体である偏光分離器6を組み合わせた。

【0037】蛍光灯1としては、10インチ液晶表示面の側面長（152mm）に対応した長さを有し管径の細い10Wとの冷陰極放電管を使用した。また、ランプカバー2としては、冷陰極放電管を包み込むような円筒形あるいは楕円筒形の反射鏡を、導光体3としては、アクリル樹脂製の透光性導光板（nはほぼ1.5）で大きさは160mm×220mm×5mmのものを用いた。

【0038】さらに、導光体3の裏面および蛍光灯設置面に対向する導光体側面に位相差板4を設け、その上にA1金属反射膜からなる反射面を形成した。また、プリズムアレイ8として、断面形状が頂角58°の2等辺三角形のプリズムアレイを用い、頂角が導光板3に面するように配置した。プリズムアレイ板の厚さは2mmでプリズムアレイのピッチは約1mmとした。その上に

偏光分離器6を装着した。さらに、偏光分離器6の光出射面側には、拡散板8を、視野角を広げるために用いた。

【0039】液晶表示素子9としては、TFT駆動のTN液晶であって、VGA対応画素数を有するRGBカラーTFT駆動TN液晶表示セルを用いた。

【0040】偏光分離器6の出射光の偏光軸と液晶表示素子9の入射側偏光板の偏光軸とを略一致させた。

【0041】液晶表示素子9の出射側偏光板も同様に光吸収型有機偏光板を用いた。偏光軸の向きは表示モード（ノーマリホワイト、ノーマリブラック）によって適宜選ばれるが、本実施例では、ノーマリホワイト表示とし、入射側面の偏光板の偏光軸に対して90°偏光軸が回転した方向に出射側面の偏光板の偏光軸をとった。光源には10Wの蛍光ランプを使用した。

【0042】比較例として、位相差板4と偏光分離器6を使用しない場合を行った結果、実施例の方が比較例よ

りも1.5倍大きかった。

【0043】

【発明の効果】本発明により、光の利用効率の高い液晶表示装置と、それに適した照明装置が得られる。

【図面の簡単な説明】

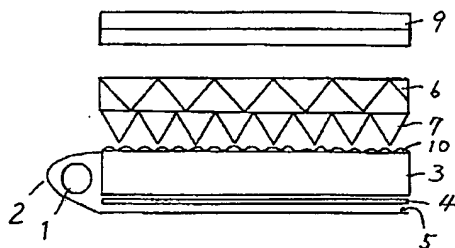
【図1】本発明の実施例を示した断面図

【図2】本発明の偏光分離器を示した断面図

【符号の説明】

- 1：蛍光ランプ
- 2：ランプカバー
- 3：導光体
- 4：位相差板
- 5：反射面
- 6：偏光分離器
- 7：プリズムアレイ
- 8：拡散板
- 9：液晶表示素子

【図1】



【図2】

